

Пономарев Всеволод Алексеевич

д-р биол. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Ивановская государственная
сельскохозяйственная академия
им. Д.К. Беляева»
г. Иваново, Ивановская область

Нода Ирина Борисовна

директор
ФГБУ «Станция агрохимической
службы «Ивановская»
с. Богородское, Ивановская область

Клетикова Людмила Владимировна

д-р биол. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Ивановская государственная
сельскохозяйственная академия
им. Д.К. Беляева»
г. Иваново, Ивановская область

Пронин Валерий Васильевич

д-р биол. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Ивановская государственная
сельскохозяйственная академия
им. Д.К. Беляева»
г. Иваново, Ивановская область

Якименко Нина Николаевна

канд. ветеринар. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Ивановская государственная
сельскохозяйственная академия
им. Д.К. Беляева»
г. Иваново, Ивановская область

ДИНАМИКА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ PISA PISA

Аннотация: в данной статье рассмотрены особенности аккумуляции некоторых тяжелых металлов в мышцах и внутренних органах 14–15-суточных птенцов и взрослых сорок.

Ключевые слова: тяжелые металлы, птенцы, взрослые птицы, внутренние органы, мышцы.

Актуальность исследования. С развитием промышленности в антропогенных районах происходит накопление различных поллютантов, в том числе и тяжелых металлов [14; 15]. Таксономически и экологически разнообразные сообщества диких птиц в урбанизированных центрах образуют специфические сообщества, совершающие одиночные и стайные миграции на различные расстояния. Птицы, отличаясь интенсивным обменом веществ, потребляют большое количество корма на единицу массы тела, в связи с чем, у них наблюдается относительно высокая (по сравнению с другими животными), аккумуляция тяжелых металлов в организме, что может служить индикатором для оценки состояния окружающей среды и здоровья населения [10]. С аналогичной целью Р.М. Савицкий (2003) установил накопление тяжелых металлов в организме сорок, обитающих в сильно измененных ландшафтах Ростовской области. Согласно его исследованиям, наиболее высокая концентрация меди в теле птенцов (12,9 мкг/г), наименьшая – в костях (3,51 мкг/г). В эмбрионах содержание Cu (11,2 мкг/г) и Fe (21,51 мкг/г) превышает аналогичные показатели в скорлупе яйца (соответственно 6,7 и 11,38 мкг/г) [13].

Располагая некоторыми данными по концентрации тяжелых металлов в организме у сорок, для нас важным моментом явилось изучение скорости аккумуляции тяжелых металлов во внутренних органах птиц в возрастном аспекте.

Цель исследования. Провести сравнительный анализ кумуляции железа, цинка, меди, марганца, никеля, кобальта, свинца и кадмия в мышцах и внутренних органах у птенцов и взрослых сорок.

Материалы и методы исследования. Исследование выполнено в период с 2014 по 2017 гг. на кафедре селекции, экологии и землеустройства Ивановской ГСХА и станции агорохимслужбы «Ивановская». Анализ выполнен на спектрофотометре Квант-2А, озоление проб проведено согласно ГОСТ 30178–96. Атомно-адсорбционной спектrophотометрией установлена концентрация Cu, Zn, Fe, Mn, Co, Ni, Pb и Cd в мышцах и внутренних органах. Объектом для исследования послужили 14–15-суточные птенцы и взрослые сороки, предметом – внутренние органы (сердце и печень) и мышцы. Материал отбирали от птенцов, оставшихся без попечения родителей, ослабленных, с выраженным обезвоживанием и взрослых птиц, получивших травмы несовместимые с жизнью.

Результаты и их интерпретация. Среди эссенциальных элементов у птенцов и взрослых птиц во внутренних органах и мышцах приоритетное место занимает железо (табл.). У птенцов уровень железа больше во внутренних органах по сравнению с взрослыми птицами на 73–84%, тогда как мышечные ткани взрослых сорок способны накапливать значительно большее его количество, что связано не столько с увеличением мышечной массы, а в большей степени со способностью взрослых птиц к полету во время которого происходит интенсивное потребление кислорода, доставку последнего осуществляет Fe [1].

Второе и третье место по содержанию в организме *Pica pica* занимает цинк и медь. В мышечной ткани птенцов концентрация цинка больше, чем у взрослых птиц на 58,8–59,4%, а меди меньше на 18,8–35,7% ($p \leq 0,05$). Достоверных отличий в содержании Zn и Cu во внутренних органах у птенцов и взрослых птиц не удалось установить. У взрослых сорок шире шаг в содержании цинка и меди во внутренних органах, что, вероятно, связано с особенностями диеты отдельных птиц [12], и непосредственное участие меди в цепи дыхательных ферментов [11].

Внутренние органы птенцов отличает высокое содержание марганца (больше, чем у взрослых птиц на 46,4–77,6%), тогда как в мышечных тканях его концентрация не имеет отличий.

Во внутренних органах (печени и сердце) птенцов кобальта больше, чем в мышцах на 77,8–80,8%, у взрослых, напротив, мышечные ткани аккумулируют

больше Со по сравнению с внутренними органами. По-видимому, такая особенность объясняется концентрацией транскобаламина, белка плазмы крови, который связывается с кобаламином (витамином В₁₂) и осуществляет его транспорт, причем транскобаламин II синтезируется клетками гепатоцитами (транскобаламин I – нейтрофилами), обеспечивая, таким образом, потребности птенцов [2].

Несмотря на то, что биологическая роль никеля в организме птиц до конца не совсем ясна, его у птенцов больше, чем у взрослых птиц: во внутренних органах – на 20,0–47,5%, в мышцах – на 45,0–66,6% ($p \leq 0,05$). Очевидно, никель принимает непосредственное участие в обмене веществ, в том числе и витамина В₁₂, оказывает влияние на эритропоэз, и, что очень важно, обладает антиадреналиновым действием [3; 7].

Концентрация кадмия в организме птенцов и взрослых птиц, вероятно, зависит от района обитания, чем больше его содержится в окружающей среде, тем интенсивнее он накапливается в тканях и органах у *Pica pica*.

Свинец депонируется во внутренних органах более интенсивно, чем в мышечных тканях, что наиболее выражено у взрослых птиц. Его содержание в сердце и печени у птенцов меньше по сравнению с таковым у взрослых сорок на 68,1–81,5% ($p \leq 0,05$). Несмотря на негативное влияние свинца на организм, отмеченное многими авторами [5; 6, с. 9], он является жизненно необходимым, поскольку влияет на синтез белка, энергетический баланс клетки и ее генетический аппарат, участвует в обменных процессах костной ткани. По данным А.Д. Матисова (2004) свинец обладает временным стимулирующим эффектом на яйценоскость кур. Поступление в организм в дозах, превышающих МДУ в 5–30 раз, не ведет к повышению его аккумуляции в мышцах, а в дозах, не превышающих максимально допустимый уровень не влияет на изменение массы внутренних органов [8]. Своими исследованиями J.S. Jordan, F.C. Bellrose (1951) показали, что тип питания птиц играет важную роль в деятельности желудка, разрушении свинца и его всасывания. Физические характеристики кормов влияют на возникновение свинцового отравления сильнее, чем питательные свойства кормов, в

частности, твердые корма (цельные зерна) способствуют перетиранию свинца и его выведению из организма [14].

Таблица

Распределение микроэлементов в органах и тканях *Pica pica*, мг/кг

Показатель	Птенцы, 14–15 сут.		Взрослые птицы	
	Печень, сердце	Грудные мышцы	Печень, сердце	Грудные мышцы
Железо	294,0–300,0	20,0–20,6	160,0–173,0	34,4–44,0
Цинк	19,8–21,4	10,8–11,0	12,2–24,0	6,8–6,9
Медь	3,00–3,02	2,50–2,58	2,70–3,62	2,97–3,50
Марганец	1,25–1,27	0,15–0,18	0,28–0,68	0,15–0,18
Кобальт	0,052–0,054	0,010–0,012	0,00–0,110	0,008–0,190
Никель	0,3–0,4	0,20–0,21	0,24–0,33	0,11–0,13
Кадмий	0,062–0,064	0,002–0,004	0,004–0,230	0,005–0,018
Свинец	0,1–0,3	0,20–0,23	0,54–0,94	0,11–0,48

Заключение. Содержание микроэлементов в мышцах и внутренних органах *Pica pica* зависит в первую очередь от возраста птиц, другим важным фактором являются их диетические предпочтения. Подтверждением тому служат исследования О.В. Квана и соавт. (2006) согласно которым, микрофлора, заселяющая пищеварительный тракт у птиц, способствует обмену между отдельными химическими элементами, в том числе токсическими и потенциально токсическими [4]. Проведенные нами лабораторные исследования позволяют заключить, что:

- интенсивнее аккумулируется железо у птенцов во внутренних органах, у взрослых птиц – в мышцах;
- с возрастом сорок концентрация цинка в грудных мышцах снижается, тогда как меди – увеличивается;
- марганца больше у молодняка во внутренних органах;
- концентрация никеля в мышцах и внутренних органах выше у молодняка и снижается у взрослых сорок;

– кобальт и кадмий являются наиболее подвижными металлами, и концентрация их в тканях и органах птенцов и взрослых птиц не имеет определенной закономерности;

– накопление свинца в организме происходит с возрастом, Pb выраженным тропизмом обладает к печени и сердцу.

Список литературы

1. Бессарабов Б.Ф. Клинические и лабораторные методы исследования сельскохозяйственной птицы при незаразных болезнях [Текст] / Б.Ф. Бессарабов, Л.В. Клетикова, С.А. Алексеева, Н.К. Сушкова. – М.: ЗооВетКнига. – 2014. С. 180–204.

2. Бейн Б.Дж. Справочник гематолога. A-Z [Текст] / Б.Дж. Бейн, Р. Гупта; Пер. с англ. Т.П. Мосоловой; под ред. О.А. Рукавицына. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2004. – С. 244.

3. Верещагина С. Никель: источники, норма. Избыток и недостаток микроэлемента никель в организме / С. Верещагина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.monopolik.ru/food/nikel.html> (дата обращения: 25.08.2014).

4. Кван О.В. неоднозначность влияния пробиотиков на обмен токсических элементов в организме кур-несушек [Текст] / О.В. Кван, С.А. Мирошников, Д.Г. Дерябин, В.Н. Беседин // Вестник ОГУ. Приложение. – 2006. – №2. – С. 28–30.

5. Киреева Ю.В. Влияние ацетата свинца на организм потомства белых крыс в раннем постнатальном онтогенезе: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю.В. Киреева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/vliyanie-atsetata-svintsa-na-organizm-potomstva-belykh-krys-v-ran-nem-postnatalnom-ontogeneze#ixzz4qsrCl1Uh> (дата обращения: 17.08.2014).

6. Кошкина В.С. Клинико-токсикологическая характеристика свинца и его соединений [Текст] / В.С. Кошкина, Н.Н. Котляр, Л.В. Котельникова, Н.А. Долгушина // Медицинские новости. – 2013. – №1. – С. 20–25.

7. Максимович Д.М. Мониторинг никеля и свинца в трофической цепи и их фармакокоррекция в хозяйстве зоны выбросов Троицкой ГРЭС: Автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук [Текст] / Д.М. Максимович. – Троицк, 2002. – 20 с.
8. Матисов А.Д. Влияние свинца и кадмия на биохимические показатели и продуктивность кур-несушек: Автореф. дис. ... канд. биол. наук [Текст] / А.Д. Матисов. – Томск, 2004. – 22 с.
9. Новиков В.А Влияние янтарной кислоты на токсикокинетику свинца в организме животных [Электронный ресурс] / В.А. Новиков, В.А. Конюхова, И.А. Норкова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zoovet.info/vet-knigi/128-raznoe/patologiya-terapiya> (дата обращения: 25.08.2014).
10. Нода И.Б. Содержание тяжелых металлов в органах и тканях птиц-урбофилов [Текст] / И.Б. Нода, В.А. Пономарев, Л.В. Клетикова, В.В. Пронин, Н.Н. Якименко, А.Н. Мартынов // Успехи современной науки и образования. – 2016. – №3. – Т. 2. – С. 141–147.
11. Плетнева Т.В. Токсикологическая химия [Текст] / Т.В. Плетнева. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Эксмо, 2008. – С. 439.
12. Пономарев В.А. Клинические и биохимические показатели крови птиц [Текст] / В.А. Пономарев, В.В. Пронин, Л.В. Клетикова, Л.В. Маловичко, Н.Н. Якименко. – Иваново: ПресСто. – 2014. – 288 с.
13. Савицкий Р.М. Геохимическая экология городских птиц (на примере Ростовской области): Автореф. дис. ... канд. биол. наук [Текст] / Р.М. Савицкий. – Ставрополь, 2003. – 24 с.
14. Турков В.Г. Экологические и морфо-биохимические модификации сизого голубя в антропогенных ландшафтах [Текст] / В.Г. Турков, Л.В. Клетикова, В.В. Пронин, В.А. Пономарев, Н.Н. Якименко, А.Н. Мартынов, В.М. Хозина, Е.И. Бычкова. – Иваново: ПресСто. – 2015. – 206 с.
15. Jordan J.S. Lead poisoning in wild waterfowl / J.S. Jordan, F.C. Bellrose. – Ill. Nat. Hist. Surv. Biol. – 1951. – Notes 26: 1–27.